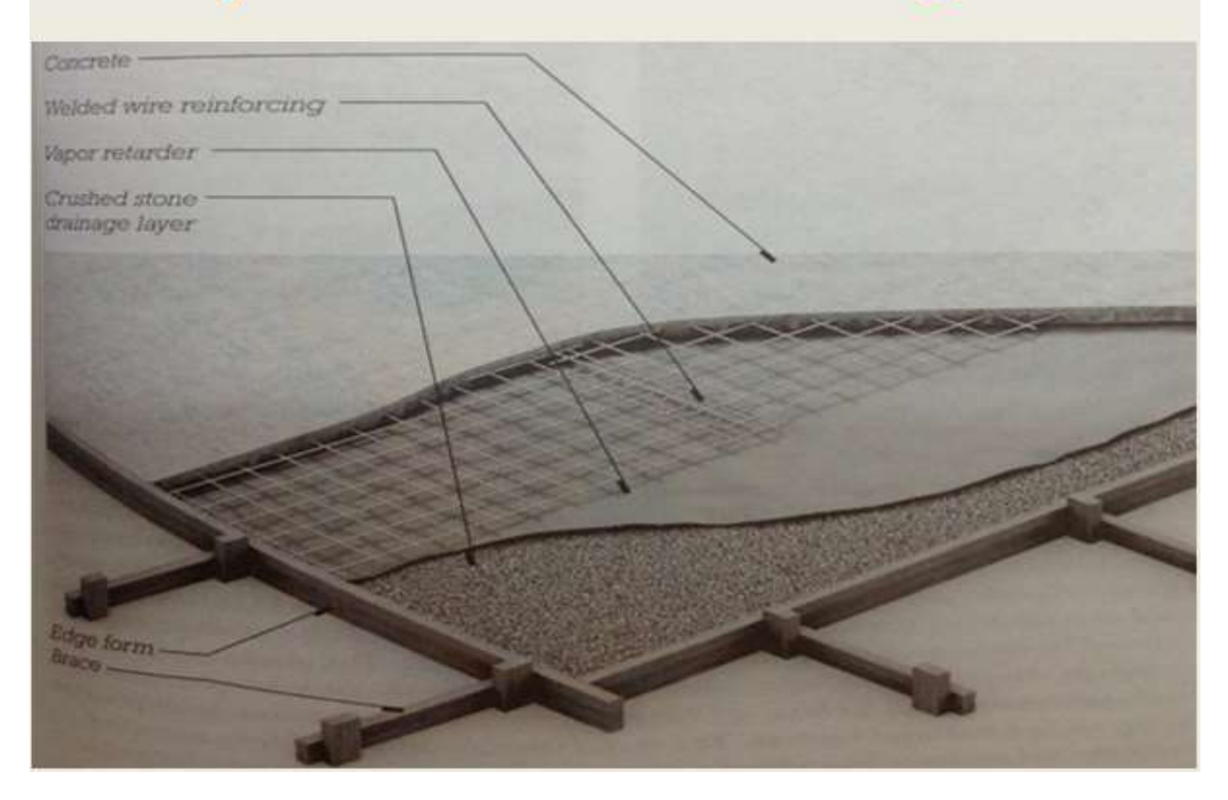


Components of slab on grade



المقدمه

بسم الله الرحمن الرحيم

وقل رب زدني علما

يتناول الكتاب بشكل مبسط ومنسق قدر المستطاع دليل هندسي متكامل لكل ما نحتاجه في أعمال البلاطات الخرسانيه المرتكزه علي التربه لنتمكن من اعداد التصميمات الخاصه بهذه النوعيه من البلاطات وفهم لوحات التنفيذ مستعينا في ذلك بالكود المصري 2018 وبعض الاكواد العالميه وهو ما يحتاجه المهندس المدني والمعماري في حياته العمليه وارجو بذلك ان اكون قدمت مساهمه متواضعه في فهم اعمال البلاطات المرتكزه علي التربه .

هذا الكتاب نشر بشكل مجاني بغرض العلم والمعرفه وغير مصرح باستخدامه من قبل مؤلفي الكتب او اصحاب الكورسات والدورات بغرض التربح والتجاره بها .

والله أسأل ان ينفعنا بهذا الكتاب وزملائنا المهندسين في كل البلدان العربيه وغيرها وان يجعله في ميزان حسناتي انه قريب مجيب الدعوات .



البلاطات الخرسانيه المرتكزه علي التربه Slab on grade

- هي عباره عن بلاطات خرسانيه مرتكزه علي تربه مدموكه بحديد تسليح او بدون حديد .

تعريف البلاطات المرتكزه علي التربه طبقا للكود المصري 2018

الكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية - ٢٠١٨ — الباب السادس-التحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية

٦-٧-٤ البلاطات الخرسانية المرتكزة على التربة — Concrete slabs on grade

٦-٧-٤-١ عام

- تعرف هذه البلاطات بأنها بلاطات خرسانية ترتكز مباشرة على تربة مدموكة دمكا جيدا وتنقل إليها الأحمال المباشرة على البلاطة أو أحمالا من عناصر أخرى من المنشأ، وهذه الأحمال قد تكون رأسية أو جانبية.

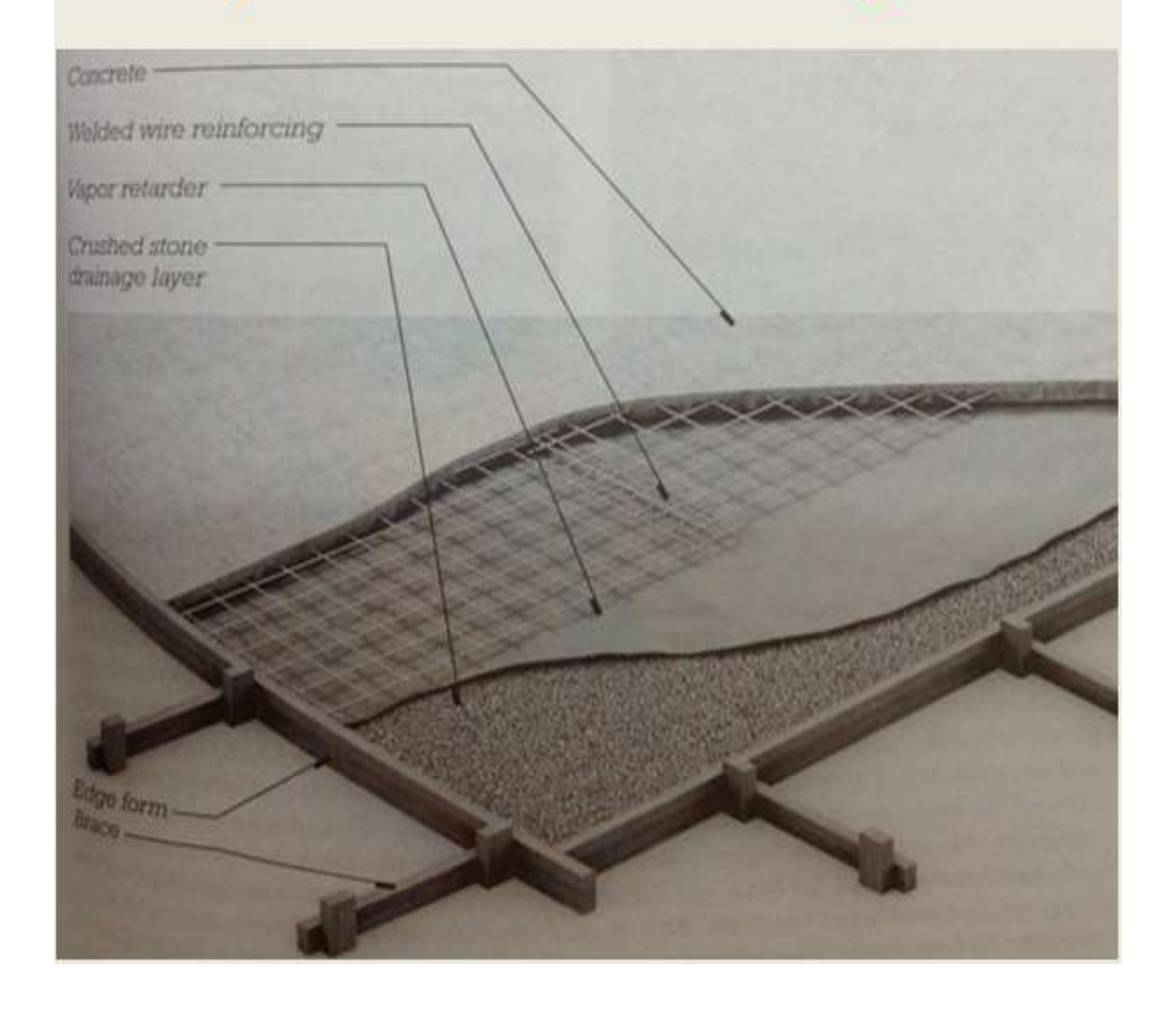
وتعريفها طبقا لل ACI 360R-06

Slab-on-ground is defined as:

a slab, supported by ground, whose main purpose is to support the applied loads by bearing on the ground.

The slab may be of uniform or variable thickness, and it may include stiffening elements such as ribs or beams. The slab may be unreinforced, reinforced, or post-tensioned concrete.

The reinforcement steel may be provided to limit the crack widths resulting from shrinkage and temperature restraint and the applied loads **"slab-on-grade" is often used to mean the same thing Slab-on-ground.**



انواع البلاطات المرتكزه علي التربه طبقا للكود المصري

- يمكن تصنيف البلاطات الخرسانية المرتكزة على التربة كما يلي:

أ. بلاطات منفصلة من الخرسانة العادية بدون تسليح.

ب. بلاطات منفصلة أو متصلة من الخرسانة مثل البند (أ) ولكنها تحتوي على تسليح مقاوم لإجهادات الشد نتيجة للحرارة والانكماش.

ج. بلاطات منفصلة أو متصلة خرسانية مسلحة تسليحا فعالا لمقاومة العزوم وقوى الشد الناشئة عن الأحمال الواقعة عليها (Structurally reinforced concrete slabs on grade).

د. بلاطات خرسانية ذات تسليح مستمر فعال لمقاومة إجهادات الشد الناشئة عن الأحمال الواقعة عليها والإجهادات الناجمة عن الحرارة والانكماش ((Continuously reinforced concrete slabs on grade

انواع البلاطات المرتكزه علي التربه طبقا لل ACI 360R-06

2.2—Slab types

There are four basic design choices for construction of slabs-on-ground:

- Unreinforced concrete slab;
- Slabs reinforced to limit crack widths due to shrinkage and temperature restraint and applied loads. These slabs consist of the following:
  - –Mild steel bar, wire reinforcement, or fiber reinforcement, all with closely spaced joints; and
  - –Continuously reinforced (sawcut contraction joint-free floors);
- Slabs reinforced to prevent cracking due to shrinkage and temperature restraint and applied loads. These slabs consist of the following:
  - –Shrinkage-compensating concrete; and
  - –Post-tensioned;
- Structural slabs (ACI 318).

اشتراطات وتسليح كل نوع من انواع البلاطات المرتكزه علي التربه طبقا للكود المصري

٦-٧-٤-٢ البلاطات الخرسانية بدون تسليح

- يحدد سمك البلاطات الخرسانية من النوع (أ) بحيث لا تتعدى إجهادات الشد بالخرسانة إجهاد حد تشرخها وفقا للبند (٤-٣-٢-٧) وذلك تحت تأثير الأحمال الواقعة عليها مباشرة أو المنقولة لها من عناصر إنشائية أخرى.

٦-٧-٤-٣ البلاطات الخرسانية المحتوية على تسليح للانكماش والحرارة

- يحدد سمك البلاطات الخرسانية من النوع (ب) بحيث لا تتعدى إجهادات الشد بالخرسانة إجهاد حد تشرخها وفقا للبند (٤-٣-٢-٧) وذلك تحت تأثير الأحمال الواقعة مباشرة عليها أو المنقولة لها من عناصر إنشائية أخرى.
- لمقاومة إجهادات الشد الناجمة عن الحرارة والانكماش في النوع (ب)؛ يستخدم صلب تسليح (طولي وعرضي) موزع يوضع عموما في منتصف سمك البلاطة أو في نصفها العلوي، ويتم تحديد نسبة صلب التسليح المطلوبة من طريقة subgrade drag method (الاحتكاك مع التربة) باعتبار:

$$\mu = \mu_f \; \omega \; L/(2f_s)$$ Eq. [6-61a]

حيث:

L المسافة بين الفواصل joints

f_s إجهاد التشغيل المسموح به لصلب التسليح

μ_f معامل الاحتكاك بين الخرسانة والتربة ويحدد طبقاً لنوع التربة (تتراوح قيمته بين ١,٥ – ٢,٥)

ω وزن وحدة الحجوم لخرسانة البلاطة

μ نسبة صلب التسليح A_s/A_c المطلوبة وبحيث لا تقل نسبة صلب التسليح عن ٠,١٥% للصلب عالي المقاومة أو ٠,٢٥% للصلب الطري العادي، وبحد أدنى ٥ أسياخ قطر ١٠ مم في المتر في الاتجاهين

٦-٧-٤-٤ البلاطات الخرسانية المسلحة

- تصمم هذه البلاطات علي أساس السماح بتشرخها تحت تأثير أحمال التشغيل الواقعة عليها وفقا للبند (٤-٣-٢-٧) ، ويستخدم صلب التسليح لمقاومة إجهادات الشد الناتجة عن الشد المباشر أو الانحناء وبوضع جهة الشد.

- يتم التصميم باستخدام طريقة المقاومة القصوى لتصميم القطاعات الخرسانية مع استيفاء متطلبات التشغيل، ولا تقل نسبة صلب التسليح في هذه البلاطات عن:

$$\mu = 0.3\frac{f_{ctr}}{f_y} \qquad \text{Eq. [6-61b]}$$

حيث:

μ نسبة صلب التسليح A_s/A_c المطلوبة

f_{ctr} إجهاد حد التشرخ للخرسانة المعرضة للشد طبقاً للمعادلة (٤- ٦١ ب)

f_y إجهاد خضوع صلب التسليح (أو إجهاد حد الضمان)

- ويجب ألا تقل نسبة صلب التسليح عن ٠,١٥% للصلب عالي المقاومة أو ٠,٢٥% للصلب الطري العادي بحد أدنى ٥ أسياخ قطر ١٠ مم في المتر في الاتجاهين.

- في جميع الأحوال تراعى الاشتراطات الخاصة بصب وتنفيذ ومعالجة هذه النوعية من البلاطات المرتكزة على التربة وترتيب الفواصل بينها.

$$f_{ctr} = 0.6\sqrt{f_{cu}} \qquad N/mm^2 \qquad (4\text{-}61\text{-}b)$$

حيث :

f_{cu} بوحدات ن/مم٢

د. في منشآت القسمين الثالث والرابع والتي يشترط أن تكون مانعة لنفاذيـة السوائل يتم التأكد من إجهادات الشد الفرضية في القطاع بطريقة المرونة مع الأخذ في الاعتبار إجهادات التشغيل للصلب طبقاً للجدولين (٤-١٤) و(٤-١٥) وكحل مرادف يمكن حسابها بطريقة حالات الحدود مع إدخال قيمة β_{cr} الموجودة في الجدولين المذكورين.

هـ. تؤخذ أقل نسبة تسليح بالقطاعات الخرسانية في منشآت القسم الثالث والرابع طبقاً لما يلي:

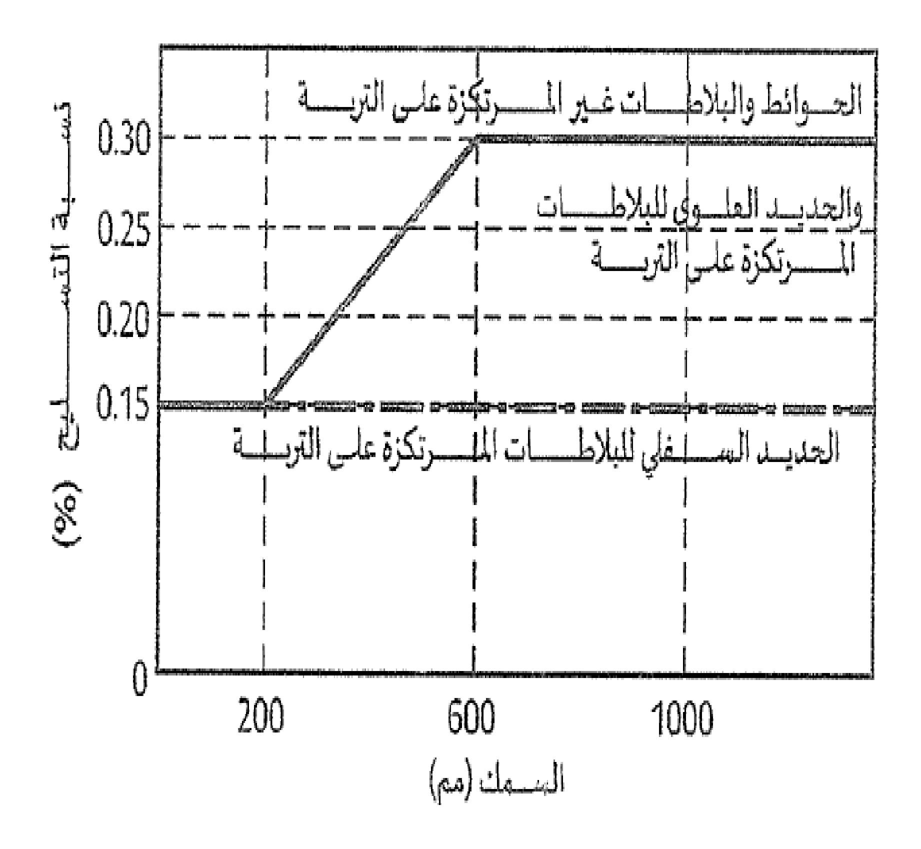
١. في حالة الحوائط الخرسانية والبلاطات المعلقة:

$\rho_{min}=0.15\%$ for $t<200mm$

$\rho_{min}=0.30\%$ for $t>600mm$

وتؤخذ العلاقة خطية للتخانات بين ٢٠٠ و ٦٠٠ مم طبقاً للمنحنى المرفق.

ECP 203/2018 نسخة مخصصة للطلبة صفحة رقم: ٤-٧٣



٢. في حالة البلاطات المثبتة على الأرض، يؤخذ الحد الأدنى للتسليح العلوي مماثلاً لما هو مذكور في البند السابق، ويؤخذ الحد الأدنى للتسليح السفلى ٠,١٥% لجميع التخانات.

والتسليح طبقا لل ACI 360R-06

2.2.3 *Slabs reinforced to prevent cracking*

This concrete does shrink, but first expands to an amount intended to be slightly greater than its drying shrinkage. Distributed reinforcement is used in the upper 1/3 of the slab to limit the initial slab expansion and to prestress the concrete. Reinforcement should be rigid and supported so that it can be positively positioned in the upper 1/3 of the slab.

The slab should be isolated from fixed portions of the structure, such as columns and perimeter foundations, with a compressible material that allows the initial slab expansion.

$$A_s = \frac{370 \times MOR \times h}{f_s} \text{ (SI units)}$$

where

A_s = cross-sectional area of steel, in.^{2}/ft (mm^2/m) of slab;

h = slab thickness, in. (mm);

f'_c = compression strength of concrete, psi (MPa);

f_y = yield strength of reinforcement, psi (MPa);

f_s = 75% of f_y maximum. (Note: using high steel reinforcement stresses may lead to unacceptable wide crack widths. The designer may want to consider using less than 75% of f_y to limit the width of the cracks.), psi (MPa); and

MOR = modulus of rupture for the concrete, as used for unreinforced design, generally taken as $9\sqrt{f'_c}$, psi ($0.75\sqrt{f'_c}$, MPa); may range from 7 to $11\sqrt{f'_c}$, psi (0.58 to $0.91\sqrt{f'_c}$, MPa).

8.3.2 *Minimum reinforcement*—A minimum ratio of reinforcement area to gross concrete area of 0.0015 should be used in each direction that shrinkage compensation is desired. This minimum ratio does not depend on the yield strength of the reinforcement. When procedures outlined in ACI 223 are followed, however, a reinforcement ratio less than the aforementioned minimum may be used.

Design of Slabs-on-Ground According to Aci and Ecp code:-

Ts = 150 mm fcu = 25 MPa FY = 350 MPa

- التسليح طبقا لل ACI 360R-06

$$A_s = \frac{370 \times \text{MOR} \times h}{f_s} \text{ (SI units)}$$

where

A_s = cross-sectional area of steel, in.^{2}/ft (mm^2/m) of slab;

h = slab thickness, in. (mm);

f'_c = compression strength of concrete, psi (MPa);

f_y = yield strength of reinforcement, psi (MPa);

f_s = 75% of f_y maximum. (Note: using high steel reinforcement stresses may lead to unacceptable wide crack widths. The designer may want to consider using less than 75% of f_y to limit the width of the cracks.), psi (MPa); and

MOR = modulus of rupture for the concrete, as used for unreinforced design, generally taken as $9\sqrt{f'_c}$, psi ($0.75\sqrt{f'_c}$, MPa); may range from 7 to $11\sqrt{f'_c}$, psi (0.58 to $0.91\sqrt{f'_c}$, MPa).

Fs = 262.5 MPa   Fc\ = 20 MPa   MOR = 3.35

$$As = \frac{370*150*3.35}{262.5} = 710 \text{ mm2}$$

Use 7 Ø 12

طبقا للكود المصري

$$As = 1000*150 \; *0.3 \frac{3}{350} = 386 \text{ mm2}$$

Use 5 Ø 10

وطبقا للكودين فان اقل نسبه تسليح = 0.15% من مساحه الخرسانه

As_{min} = 0.0015 *150*1000 = 225 mm2

موقع حديد التسليح في البلاطات المرتكزه علي التربه

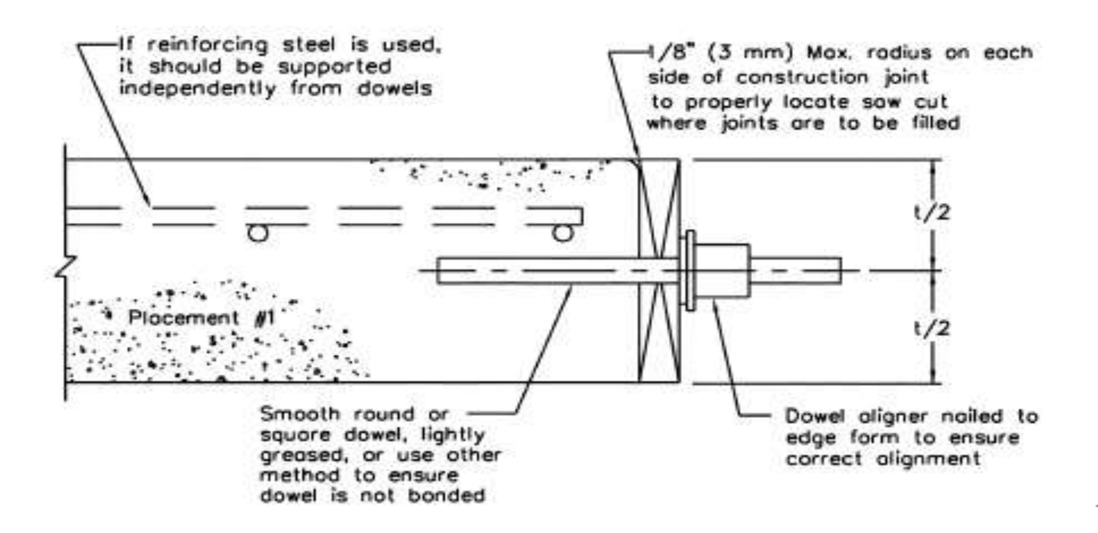
- طبقا للكود المصري

♦ لمقاومة إجهادات الشد الناجمة عن الحرارة والانكماش في النوع (ب): يستخدم صلب تسليح (طولي وعرضي) موزع يوضع عموما في منتصف سمك البلاطة أو في نصفها العلوي، ويتم تحديد نسبة صلب التسليح المطلوبة من طريقة subgrade drag method (الاحتكاك مع التربة) باعتبار:

- طبقا ACI 360R-06 Steel reinforcement and its location

7.5—Reinforcement location

Reinforcement for crack-width control only should be at or above mid-depth of the slab-on-ground, never below mid-depth. A common practice is to specify that the steel have 1.5 to 2 in. (38 to 51 mm) cover below the top surface of the concrete. Reinforcement for moment capacity should be at the centroid of the tensile area of the uncracked concrete section.



- شبكة حديد التسليح تساعد على حماية البلاطة من التشققات الناجمة عن انكماش الخرسانة، الاجهادات الحرارية، والأحمال المركزة، والصقيع أو هبوط الأرض تحت البلاطة.

- أن حديد التسليح لا يمنع من حدوث التصدع في البلاطة ، ولكنه يقلل من عرض كل التشققات الفردية، مما يجعل عرض التشققات الكلية غير مؤثرة.

لأن الغرض من التسليح في البلاطة هو السيطرة على تشققات الانكماش، فإنه يجب أن يكون موجودا أقرب إلى الجزء العلوي من البلاطة قدر الامكان، مع مراعاة الاحتياجات اللازمة لتغطية وانهائات السطح.

- The reinforcement does not prevent the slab from cracking, but it reduces the width of each individual crack, keeping the overall crack width unaffected.

- Because the purpose of reinforcement in slab is to control shrinkage cracks, it should be located as close to the top of the slab as possible, keeping in view the requirements for cover and surface finish.

الفرق ما بين ال Suspended slab و Slab on grade

الفرق أن Solid slab هي بلاطة إنشائية تستندعلى كمرات وتحتها فراغ (بلاطة معلقة Suspended slab)

بينما Slab on grade تستند على التربة وبالتالي نمطها الانشائي مختلف حيث بدراستها نقم بتمثيل التربة بنوابض (تحسب صلابتها من المعامل K الخاص بالتربة مضروباً بالمساحة التي يخدمها النابض)

هل من الممكن تحويل البلاطات المرتكزه علي التربه الي معلقه ؟؟

يمكن تحويل بلاطة الدور الأرضي من مرتكزة على الأرض slab-on-grade إلى بلاطة محمولة على الميدات الأرضية suspended slab . من هذه الحالات وجود طفلة في الأرض (تربة إنتفاشية swelling soil) أو وجود تربة ضعيفة جداً ستتسبب في هبوط كبير.

- في هذه الحالة يتم حل بلاطة الأرضي "كأي بلاطة علوية" مرتكزة على الميدات العلوية أو الميدات الممتده من الأساسات حتى منسوب الأرضي. ولا يتم وضع أي زنبرك (spring) ليمثل التربة "كأنها مش موجودة".

عند إرتكاز البلاطة على تربة ذات مشاكل كالطفلة, يتم عمل تربة إحلال تحت البلاطة بسمك لا يقل عن 50سم وممكن أن تكون من تربة زلطية. الغرض من تربة الإحلال هو تخفيف ضغط التربة الإنتفاشية على بلاطة الأرضي بإحلال جزء منها وبوضع تربة ذات فراغات (الزلطية) تستوعب جزء من إنتفاش

التربة بالطبقات أسفلها. ثم وجود بلاطة مسلحة مرتبطة بالهيكل الخرساني يقلل من تأثير الضغط الواصل للبلاطة من أسفل لأعلى وبالتالي على حركة المنشأ ككل

الفواصل في البلاطات المرتكزه علي التربه طبقا لل Aci 224.3R

5.1—Introduction : Joints in concrete slabs on grade are constructed to allow the concrete slab to move slightly, and, to a degree, provide a crack-free appearance for the slab. Slab movements are caused primarily by

• Shrinkage of the concrete, a volume change due drying

• Temperature changes

• Direct or flexural stress from applied loads

• Settlement of the slab

These cracks may appear anytime and at any location. Joints are needed so that cracks are more likely to form at preselected locations.

- يتم انشاء الفواصل في بلاطات الارضيه للسماح لها بالحركه ومن اهم مسببات الحركه للبلاطه :-

- الانكماش للخرسانه

- درجات الحراره

- الهبوط

- اجهادات الانحناء نتيجه الاحمال المسلطه علي البلاطه

هذه التشققات قد تحدث في اي وقت لذا يتم توجيهها مسبقا عن طريق الفواصل

224.3R-20 ACI COMMITTEE REPORT

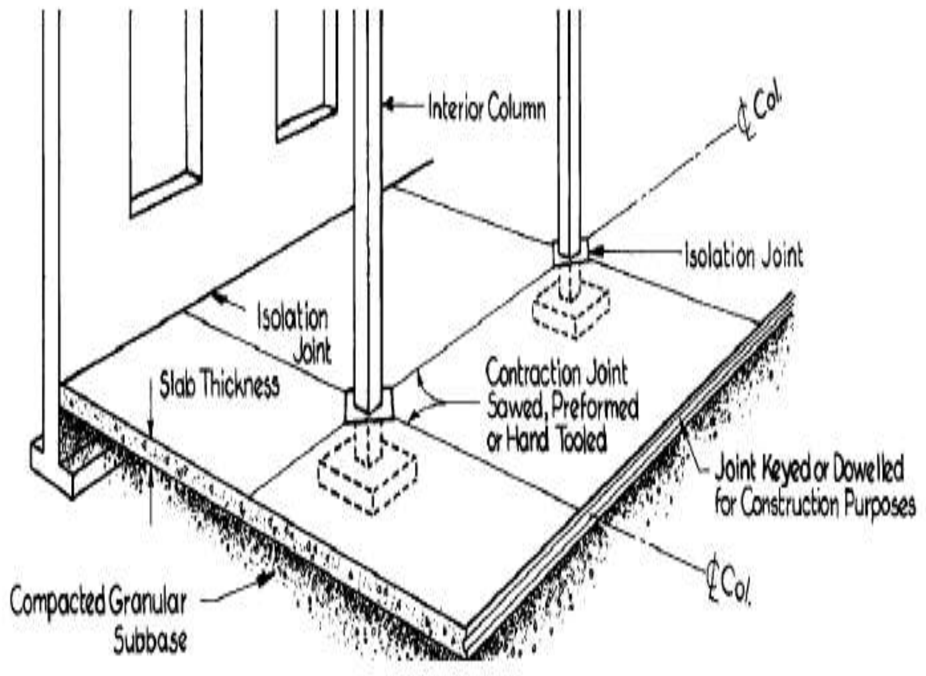


Fig. 5.1—Location and types of joints (ACI 302.1R)

اشتراطات الفواصل طبقا للكود المصري

٩-٦-٧ فواصل الانكماش للبلاطات المرتكزة على التربة

أ. في حالة صب مسطحات واسعة من بلاطات خرسانية غير مسلحة والتي تتطلب عمل فواصل انكماش بها لتفادى حدوث تشققات مثل أرضيات المطارات والمصانع والجراجات وغيرها، تُقسم هذه المسطحات إلى شرائح طوليه لا يتجاوز عرضها ٣٠ مرة سمك البلاطة وبحد أقصى ٥ أمتار ولا يتجاوز أطول بعد فيها ٢٥ متراً على أن يتم صب الشرائح الفردية أو الزوجية ثم يستكمل تبادلياً صب باقي الشرائح، مع تنفيذ فواصل صب رأسية بين تلك الشرائح الطولية وبعرض ٢٠مم على الأقل على أن تُملأ بعد الصب بمادة مطاطية (الماستيك) أو أي مادة مماثلة طبقاً لتعليمات المهندس المصمم ويلزم عمل الاحتياطات الكفيلة بمنع الهبوط النسبي بين الشرائح.

ب. تقسم الشرائح الطولية بفواصل انكماش ثانوية على مسافات لا تزيد على مرة وربع عرض الشريحة مع عمل فواصل بعمق لا يقل عن ثلث سمك البلاطة وتملأ بمادة مطاطية (الماستيك) أو ما يماثلها وبحيث يتم تنفيذ تلك الفواصل بمنشار ميكانيكي بعد زمن الشك النهائي وبما لا يتجاوز ثلاثة أيام من تاريخ الصب.

ج. يجوز صب كامل المسطحات والأرضيات الكبيرة دفعة واحدة بشرط تنفيذ فواصل بعد الصب في الاتجاهين طبقاً للوارد بالنقطة (ب).

د. يجب تنفيذ فواصل انشائية بين الأرضيات والعناصر المبنى المجاورة.

هـ. يمكن زيادة المسافات بين فواصل الانكماش في حالة استخدام شبكة من التسليح الثلث العلوي أو استخدام خرسانة مسلحة بالألياف في البلاطة الخرسانية بعد حساب الإجهادات الناشئة عن انكماش الخرسانة.

اشتراطات الفواصل طبقا لل

CIP 6 - Joints in Concrete Slabs on Grade

How to Construct Joints?

a. The maximum joint spacing should be 24 to 36 times the thickness of the slab. For example, in a 4-inch [100 mm] thick slab the joint spacing should be about 10 feet [3 m]. It is further recommended that joint spacing be limited to a maximum of 15 feet [4.5 m].

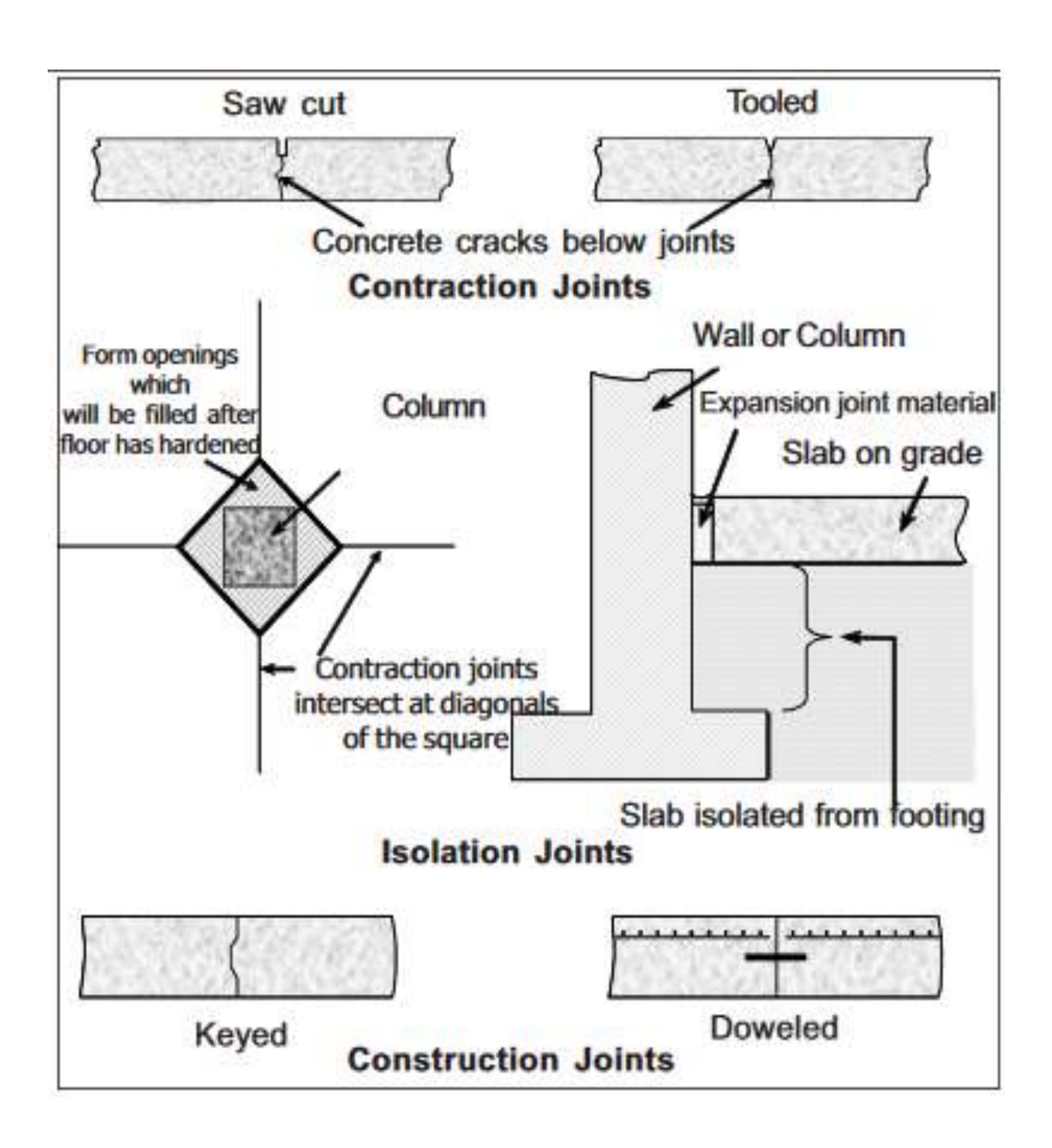
b. All panels should be square or nearly so. The length should not exceed 1.5 times the width. Avoid L-shaped panels.

c. For contraction joints, the joint groove should have a minimum depth of 1/4the thickness of the slab, but not less than 1 inch [25 mm].

Timing of jointing operations depends on the method used: Preformed plastic or hard board joint strips are inserted into the concrete surface to the required depth before finishing. Tooled joints must be run early in the finishing process and

rerun later to ensure groove bond has not occurred. Early-entry dry-cut joints are generally run 1 to4 hours after completion of finishing, depending on the concrete's setting characteristics. These joints are typically not as deep as those obtained by the conventional saw-cut process, but should be a minimum of 1 inch [25 mm] in depth. Conventional saw-cut joints should be run within 4 to 12 hours after the concrete has been finished.

- يجب ان تكون المسافه بين الفواصل من 24 الي 36 مره سمك البلاطه وبحد اقصي 4.5 متر .
- يفضل ان تكون البلاطات مربعه والا يزيد الطول عن 1.5 العرض .
- عمق فواصل الانكماش لا يقل عن ربع سمك البلاطه وبحد ادني 2.5 سم .
- يتم البدء في تشطيب الارضيه بعد مرور من 1-4 ساعات بعد الانتهاء من تشطيب الخرسانه .
- في حاله قطع البلاطات بالمنشار يتم القطع خلال 4-12 ساعه بعد الانتهاء من الخرسانه .


Saw cut
Tooled
Concrete cracks below joints
Contraction Joints
Form openings which will be filled after floor has hardened
Column
Wall or Column
Expansion joint material
Slab on grade
Contraction joints intersect at diagonals of the square
Slab isolated from footing
Isolation Joints
Keyed
Doweled
Construction Joints

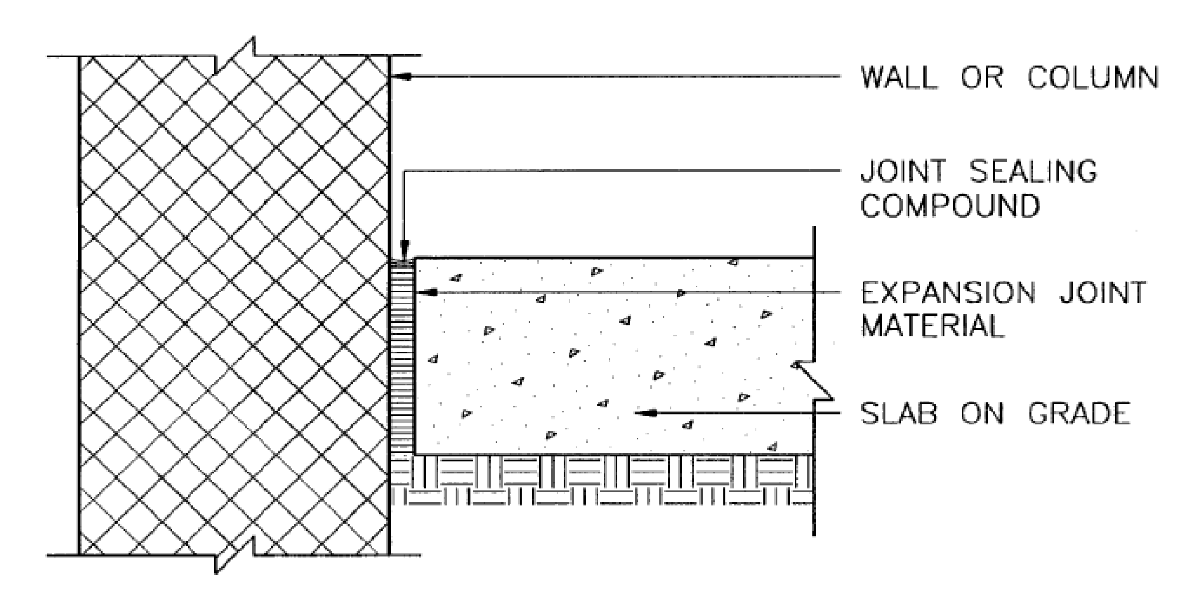


Fig. 5.4—Isolation joint (PCA 1985)

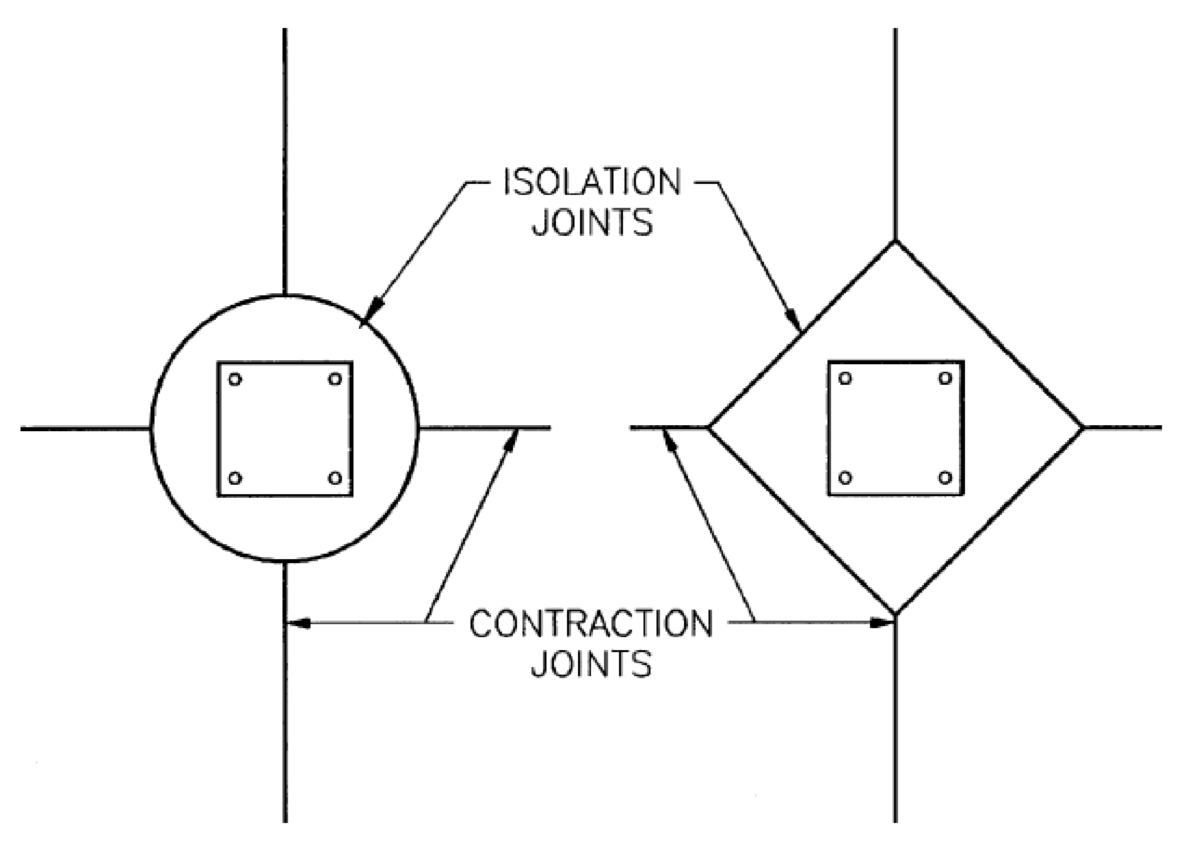
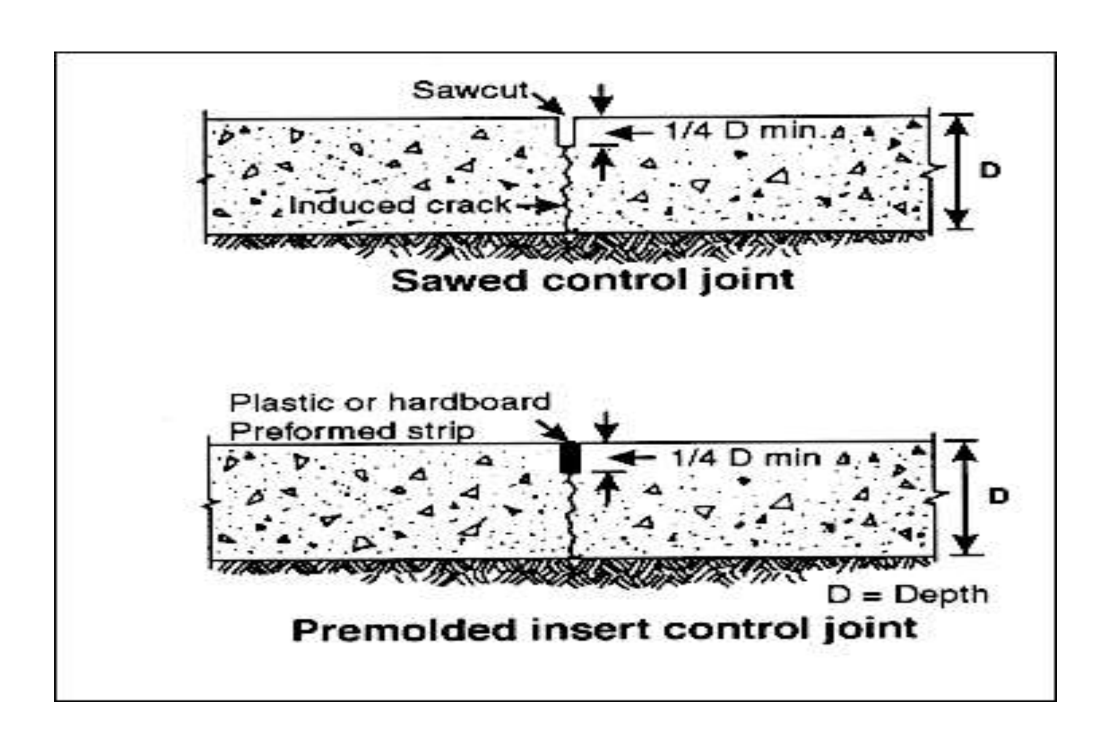


Fig. 5.5—Isolation joints at columns (ACI 302.1R)




Sawcut
1/4 D min.
D
Induced crack
Sawed control joint
Plastic or hardboard
Preformed strip
1/4 D min
D
D = Depth
Premolded insert control joint





في البلاطات المرتكزه علي التربه هل يتم مد الحديد اعلي الميد ؟

- في حاله عدم تصميم الميد علي حمل البلاطه يمنع مد الحديد اعلي الميده لان الميد لم تصمم علي حمل صبه ارضيه الدور الارضي اما اذا صممت علي ذلك فليس هناك ما يمنع امتداد الحديد .



- وفي حاله كون البلاطه معلقه وليست مرتكزه علي التربه يتم تداخل حديد البلاطه مع الميد مثل البلاطات المصمته .



المراجع

- الكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشات الخرسانيه المسلحه 2018

- ACI 360R-06

- دكتور مجدي الشيخ